|  |  |
| --- | --- |
| **Преподаватель** | **Залятдинов А.Ф.** |
| **Учебная дисциплина** | **Звукофикация театров и концертных залов**  |
| **курс** | **М2** |
| **специальность** | **53.02.08 Музыкальное звукооператорское мастерство** |
| **Дата занятия:** | **27.04.2020** |
| **Ссылка на аудио материалы** |  |
| **Обратный адрес**  | **Zalex84@mail.ru** |

**Звукопоглощающие материалы и конструкции**

Обработка поверхностей помещений звукопоглощающими материалами и конструкциями необходима для получения оптимальных акустических характеристик, среди которых особую роль играет время стандартной реверберации.

Для достижения требуемой частотной характеристики звукопоглощения обычно комбинируют конструкции, поглощающие энергию преимущественно на низких, средних и высоких частотах звукового диапазона.

Поглощающие свойства материалов определяются коэффициентом поглощения материала a, Коэффициенты поглощения зависят от угла падения звуковой волны на поглощающий материал. Различают *нормальный коэффициент поглощения* (для угла падения 90°) и *диффузный* (для всевозможных углов падения). В таблицах обычно приводят только диффузный коэффициент поглощения.

Коэффициенты поглощения зависят от частоты. Одни материалы имеют большее поглощение на низких частотах, другие – на высоких, третьи – на средних. Ряд материалов имеет немонотонную зависимость коэффициента поглощения от частоты. Все это позволяет подбирать оптимальное общее поглощение в помещении во всем диапазоне передаваемых частот.

Звукопоглощающие материалы по строению делятся на сплошные и пористые, а по применению – на стеновые, облицовочные, драпировки и специальные. К последним относятся, например, мембранные и резонаторные конструкции.

*Сплошные материалы* (бетон, кирпич, мрамор, дерево и т.п.), как правило, твердые, то есть имеют акустическое сопротивление значительно больше сопротивления воздуха. Поэтому их коэффициенты звукопоглощения очень малы, не более 5%. Некоторые из этих материалов (дерево, мрамор) используются и для стен, и как облицовочные. В последнем случае их коэффициент поглощения оказывается больше, чем в первом, так как происходит дополнительное поглощение из-за поперечных колебаний, возникающих в слое облицовочного материала. С увеличением частоты коэффициенты поглощения твердых сплошных материалов растут. Из мягких сплошных материалов в качестве облицовочного используется только плотная резина. Ее акустическое сопротивление не очень велико, а коэффициент поглощения в среднем равен около 10%.

*Пористые материалы* (штукатурки, облицовочные плиты с перфорацией и без нее, щиты, портьеры, ковры и т.п.) используются только как облицовочные и для драпировок, то есть во всех случаях за ними располагаются (вплотную или на некотором расстоянии от них) ограждающие конструкции из сплошных материалов (стены, потолки, полы и другие перегородки).

При падении звуковых волн на перегородку из пористого материала необходимо учитывать отражение звука как от лицевой поверхности, так (для прошедших в нее волн) и тыльной с учетом поглощения звука в порах. Для материалов, хорошо проницаемых для звука, следует учитывать и возможность возвращения звуковых волн, отраженных от ограждающих конструкций, находящихся за рассматриваемой пористой перегородкой.

Разработано много специальных поглощающих материалов с акустическим сопротивлением, близким к сопротивлению воздуха (например, АГШ —

акустическая гипсовая штукатурка). Их коэффициенты поглощения на некоторых частотах близки к единице. Применяются слоистые конструкции из пористых материалов. Их слои подбирают так, чтобы получить как можно больший коэффициент поглощения.

*Мембранные звукопоглощающие конструкции*. Для тонкой перегородки из сплошных материалов поглощение определяется интенсивностью ее колебаний как целого (системы с сосредоточенными постоянными) и как мембран (системы с распределенными постоянными). Первые наблюдаются на низких частотах, вторые - на средних и высоких. В обоих случаях поглощение зависит от частоты. Самый низкочастотный максимум поглощения получается на резонансной частоте, определяющейся массой и гибкостью перегородки. Выше этой частоты имеются еще максимумы поглощения, частоты которых определяются поперечными размерами перегородки и скоростью распространения поперечных колебаний в ней. Поэтому поглощение растет с увеличением частоты немонотонно. Для увеличения потерь в перегородке под нее подкладывают демпфирующие материалы, например, войлок. Резонирующие панели, изготовленные из натянутого холста с войлочной подкладкой, называют щитами Бекеши. Подобные панели изготовляются также из тонкой фанеры с поролоновым демпфером. Они бывают не только в виде плоских конструкций, но и в виде колонн и полуколонн. В зависимости от толщины фанеры или натяжения холста можно изменять частоту резонансов и таким образом получать максимумы поглощения в тех диапазонах частот, в которых требуется большее поглощение. Делаются они в основном для поглощения, низких частот, хотя и на высоких частотах их коэффициент поглощения довольно высок.

*Резонаторные звукопоглощающие конструкции.* Широкое распространение получили конструкции, построенные по принципу резонаторов Гельмгольца. Они эффективно поглощают звуковую энергию на частотах вблизи их резонансной частоты.

Эффективность поглощения таких резонаторов определяется потерями в горле резонатора, где скорость колебаний максимальна. Там и должен быть расположен материал, вносящий затухание в колебания, например, имеющий высокое внутреннее трение (вязкость). В практике для подобных резонаторов

используют различные ниши, выходные отверстия которых затягивают тканью. Подобные резонансные поглотители выполняют также в виде больших щитов (во всю стену или потолок) с отверстиями, затянутыми тонкой металлической сеткой. Отверстия иногда делают разных размеров и на разных расстояниях, в результате чего получаются наборы резонаторов.

Большие неровности на стенах и большие выступы, различные предметы, находящиеся в помещении, поглощают звуковую энергию с учетом эффекта дифракции. При расчетах эти поглощения обычно включают в поглощение ближайших к ним ограждающих конструкций.

В студиях, как правило, используют три типа звукопоглотителей:

*пористые акустические плиты*, коэффициент звукопоглощения которых обычно имеет максимальное значение в области средних и высоких частот звукового диапазона;

*пористые перфорированные экраны*, у которых частотная зависимость коэффициента звукопоглощения имеет резонансный характер, причем в зависимости от размера перфорированных отверстий, расстояние между ними, толщины наполнителя и других факторов удается изменять положение максимума звукопоглощения на оси частот, что весьма удобно при акустической настройке студий;

*панели*, резонирующие на низких частотах, коэффициент звукопоглощения которых максимален в области частот 100…300 Гц и смещается в сторону низших частот при увеличении воздушного промежутка между панелью и поверхностью стены (потолка).

Звукопоглощающие конструкции с разными акустическими характеристиками размещают по возможности равномерно на поверхностях студии, что способствует повышению диффузности звукового поля. Для этого применяют также звукорассеивающие конструкции, частично размещая их на боковых стенах, но в основной массе на потолке.

Полы в радиовещательных студиях обычно паркетные, при необходимости частично покрываются ковром. В телевизионных студиях широко используют плавающие полы, которые удобны в эксплуатации и не создают шума при движении камер.